

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2523139号

(45) 発行日 平成 8 年 (1996) 8 月 7 日

(24) 登録日 平成 8 年 (1996) 5 月 31 日

(51) Int.Cl.⁶

F 0 4 D 15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

F 0 4 D 15/00

技術表示箇所

F

発明の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願昭62-232180

(22) 出願日 昭和62年(1987) 9 月18日

(65) 公開番号 特開平1-77791

(43) 公開日 平成 1 年 (1989) 3 月23日

(73) 特許権者 999999999

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

(72) 発明者 佐藤 幸一

千葉県習志野市東習志野 7 丁目 1 番 1 号

株式会社日立製作所習志野工場内

(72) 発明者 大野 浩二

千葉県習志野市東習志野 7 丁目 1 番 1 号

株式会社日立製作所習志野工場内

(74) 代理人 弁理士 秋本 正実

審査官 加藤 雅夫

(54) 【発明の名称】 可変速ポンプを用いた給水装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】可変速駆動手段によって駆動されるポンプと、このポンプに連結した給水管と、この給水管に取り付けた圧力検出器と、給水系の所望する圧力目標値を設定する圧力設定器と、この圧力設定器の圧力目標値に従い前記ポンプの吐出し側の圧力があらかじめ定めた一定の関係となるように前記ポンプを可変速運転する可変速制御手段を有する給水装置において、前記ポンプの負荷状態を検出する負荷状態検出手段と、前記ポンプの負荷状態の定格値を設定する定格値設定器と、前記負荷状態検出手段の検出値と前記定格値設定器で設定された定格値との大小を比較し、該検出値が定格値設定器で設定された定格値以内となるよう前記可変速制御手段の可変速運転に優先して前記ポンプの最高速度を制限する可変速運転制御手段とを備えたことを特徴とする可変速ポンプ

を用いた給水装置。

【請求項 2】前記負荷状態検出手段は、誘導電動機によって駆動される前記ポンプと、前記誘導電動機に給電される電流値を検出する電流検出手段から成ることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の可変速ポンプを用いた給水装置。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は可変速ポンプを使用した給水装置に係り、特にポンプ吐出し側の目標圧力を自由に変えるのに好適な前記給水装置に関する。

【従来の技術】

従来の可変速ポンプを使用した給水装置は需要水量の変動に伴い、可変速駆動手段によって、ポンプを駆動するモータの運転速度を変え、前記ポンプの吐出し側の圧

力を一定の関係（たとえば圧力一定または末端圧力一定）に保って給水を行うようになっている。

なお、この種の装置として関連するものには例えば特開昭60-62681号などが挙げられる。しかし、これによるとポンプの吐出し側の圧力や基準となる速度をスイッチなどにより変更することは可能であるが、設定範囲が上、下限値を越えた時の配慮がされていない。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来から給水系が所望する圧力（全揚程相当）、即ち目標圧力をディップスイッチあるいはボリュームなどの圧力設定器で設定できるようにしていることが多い。しかし、この所望圧力は通常は計画時の設定値であるため、実際には給水装置を据付けて稼動した際、給水圧力が高過ぎたり、低過ぎたりすることがある。また、据付けの前後で計画変更となってしまう場合もある。このため、前述のディップスイッチの設定変更を行うことになるが、そのポンプによっては給水圧力の目標圧力設定値が高過ぎるので、この設定値を下げると過負荷になることがあたり、逆に給水圧力の目標値が低過ぎるので、この設定値を上げると水量不足となるなどの問題があった。

即ち、ポンプ性能は、一般に $Q-H$ 性能曲線が右下がりであり、軸動力曲線が右上がりとなる（第3図参照）。このことを考慮して、通常では計画最大水量 Q_1 、全揚程 H_0 の仕機に対し、この仕機点で運転したとき、定格動力 SH をオーバーしないような性能を有するポンプを選定している。しかしこの計画時の設定圧力 H_0 では、設定圧力 H_0 が高過ぎて装置の据付けの段階でこの値を下げる必要が生じた場合、設定圧力 H_0 を H_0' に下げると、給水が Q_1' まで可能となるが、特性曲線 S_1 と直線 SH の関係から分かるように軸動力あるいは電流が定格の SH を越えてしまう。即ち、過負荷となる。

逆に、計画値に対し、給水圧力の目標値 H_0 が低過ぎてこの設定値を上げざるを得ない場合が生じる。この場合、計画値である最大速度 N_{MAX} での最大水量 Q_0 、全揚程 H_0 に対し、計画変更などにより全揚程 H_0 を H_0'' に上げると、軸動力（電力）または電流は S_3 となり、定格値 SH に対し余裕ができる。しかし、水量は Q_3 と小さくなり、その結果、必要な水量が供給できなくなる問題があった。

従って、あらかじめ準備したポンプを使用することができなくなる。

そこで、本発明の目的は負荷電流を検出するなどによってポンプの負荷状態を検出し、予め設定してある定格値と比較して、圧力設定器の設定値を下げる際の過負荷防止を図ることができ、また同設定値を上げる際の水量不足を補うことができる可変速ポンプを用いた給水装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

前記目的は、ポンプの負荷状態として、例えば誘導電動機の負荷電流または消費電力を測定し、これらの値が

定格値を越えないようにする。即ち、圧力の設定値を下げて過負荷が生じないように、ポンプを駆動するモータの運転速度を、軸動力が定格値以内になるように制限する。同様に、設定値を上げて水量不足が生じる場合には、ポンプを駆動するモータの運転速度を、軸動力が定格値以内となる範囲内で、設定値を上げる前の運転速度より上げるようにしている。

そのため、本発明では、可変速駆動手段によって駆動されるポンプと、このポンプに連結した給水管と、この給水管に取り付けた圧力検出器と、給水系の所望する圧力目標値を設定する圧力設定器と、この圧力設定器の圧力目標値に従いポンプの吐出し側の圧力があらかじめ定めた一定の関係となるようにポンプを可変速運転する可変速制御手段とを有する給水装置において、ポンプの負荷状態を検出する負荷状態検出手段と、ポンプの負荷状態の定格値を設定する定格値設定器と、負荷状態検出手段の検出値と定格値設定器の定格値との大小を比較し、その検出値が定格値設定器で設定された定格値以内となるよう可変速制御手段の可変速運転に優先してポンプの最高速度を制限する可変速運転制御手段とを備えたものである。

〔作用〕

本発明では、上述の如く、ポンプの負荷状態を検出する負荷状態検出手段と、ポンプの負荷状態の定格値を設定する定格値設定器と、負荷状態検出手段の検出値と定格値設定器の定格値との大小を比較し、その検出値が定格値設定器で設定された定格値以内となるように可変速制御手段の可変速運転に優先してポンプの最高速度を制限する可変速運転手段とを備え、ポンプの運転時、負荷状態検出手段により負荷状態、つまりポンプを駆動するモータの負荷電流あるいは消費電力を検出すると、可変速運転制御手段が定格値を越えないように、ポンプの最高速度を制限し、その制限された速度の範囲内でポンプの速度を制御するので、ポンプの目標圧力など給水系が所望する値を比較的自由に変えることができる。

従って、計画時の圧力目標値が高過ぎることによって装置の据付けの段階でその圧力目標値を下げる場合、可変速運転制御手段が定格値を越えないようポンプの最高速度を制限するので、ポンプの過負荷運転を防止することができ、逆に圧力目標値が低過ぎることによって装置据付けの段階でその値を上げる場合があっても、最高速度を過負荷運転とならない範囲で上げ、給水量をその分だけ確実に増加させ、水量不足を補うことができる。

〔実施例〕

以下、本発明の一つの実施例を第1図～第6図により説明する。第2図は給水装置の構成図を示したもので、1はポンプ、Mはこのポンプを駆動する例えば誘導電動機（以下、単にモータと云う）、2は逆止め弁、3は仕切弁、4は給水管、5は圧力タンク、6は給水管4の圧力を検出し、これに応動して連続した電気信号を発する

圧力検出器としての圧力センサー、7は制御装置、8は各種給水方式に基づいて、これの所望な諸元を設定する制御装置7のスイッチ群（設定器群）である。

第1図は制御装置7の制御回路を示し、PWは電源、MCBは配線用しゃ断器、PWCは制御電源、MCAは電磁開閉器MCの接点、INVは需要水量の変動に伴い、ポンプ1の可変速運転を行うためモータMに可変周波数可変電圧の交流電力を給電するインバータ、AはモータMに流れる電流を検出する電流計（電流計の代わりに電力量を検出してもよい）、SSは電源開閉スイッチ、TRはトランス、Zは整流平滑回路手段である。

また、MCONはマイクロコンピュータであり、中央演算処理装置であるCPU、メモリME（ROM、RAMを含む）入出力ポートPIO-1～PIO-7から構成される。さらにI/O-1は前記した入出力ポートPIO-1から、需要水量に応じて必要なインバータINVへの速度を指令するためのインターフェース、I/O-2は同じく前記した電流計（または電力計）によって検出したモータMの消費電流（または電力量）をマイコンMCONの入出力ポートPIO-2に取り込むためのインターフェース、PIO-3は圧力センサー6によって検出した給水管4内の圧力をマイコンMCONの入出力ポートPIO-3に取り込むためのインターフェースである。

また、スイッチ群8中のDIP1は給水系が水量0のときに所望なポンプ1の最低速度 N_{MIN} を設定するためのスイッチ。同様にDIP-2は末端圧力一定制御（第4図参照）を行う場合、給水系が水量0のときに所望なポンプ吐出し圧力（目標値） H_r を設定するためのスイッチ。DIP3は吐出し圧力一定制御（第3図参照）を行う場合、使用水量全域に於いて所望なポンプ吐出し圧力（目標値） H_o を、また末端圧力一定制御を行う場合、最大水量を流したときに所望なポンプ吐出し圧力（目標値） H_o を設定するスイッチ。DIP4はポンプ1の定格値として、例えば負荷状態である電流値または軸動力をSHを設定するスイッチ。これらのスイッチDIP1～4は通常8bitのディップスイッチが使用される。第3図は吐出し圧力一定制御を行う場合のポンプ運転特性図であり、横軸に水量 Q 、縦軸に全揚程 H をとって示す。同図に於いて曲線Aはポンプの運転速度が最高速度 N_{MAX} のときのポンプ $Q-H$ 曲線、同じく曲線Sはそのとき（最高速度 N_{MAX} で運転したとき）の水量変化に伴う電流またはポンプの軸動力（電力）曲線である。そしてSHはこのポンプの定格電流または定格軸動力（電力）であり、これを越えて運転すると過負荷運転となり、支障をきたすことになる。また、 H_o は例えば計画時の吐出し目標圧力であり、これを一定にして可変速運転した場合、使用量0となると運転速度は N_{MIN} となり、このときの $Q-H$ 性能はBとなる。また、この計画時の目標圧力 H_o の設定で運転したとき、曲線Aと交点は Q_1 で、このときの最大水量 Q_1 である。

ところで、計画時の設定圧力 H_o が高過ぎて装置の据付

の段階でこの値を下げる必要が生じる場合がある。この際には例えば設定圧力を H_o' に下げる。そうすると給水が最大 Q_1' まで可能となるが、もし、この水量を給水した場合第3図に示す如く、電流又は軸動力（電力）が S_2 となり、定格値SHをオーバーしてしまう。このため定格値SH以下とするにはポンプの運転速度を N_2 以下に押さえないといけない。即ち、ポンプ性能とポンプ運転速度との関係は、水量 Q 、全揚程 H 、軸動力 S 、運転速度 N とすると、 $Q \propto N$ 、 $H \propto N^2$ 、 $S \propto N^3$ の関係となっている。水量 Q_1' 点で軸動力 S_2 をSH以下に制限するには、次のように N_2 以下としなければならない。

$$\frac{SH}{S_2} = \left(\frac{N_2}{N_{MAX}} \right)^3$$

$$N_2 = N_{MAX} \cdot \left(\frac{SH}{S_2} \right)^{1/3}$$

ここで、曲線B'は吐出し設定圧力を H_o' とした際の最低速度 N_{MIN}' で運転したときの $Q-H$ 性能、同じくA'は最高速度 N_2 で運転したときの $Q-H$ 性能、S'はポンプの運転速度を下げていった場合の電流または軸動力（電力）曲線を示す。

逆に、計画値に対し、給水圧力が低過ぎて上げざるを得ない場合がある。例えば H_o'' に上げた場合を考えると、最高速度を N_{MAX} とした場合、水量は Q_3 となるが、軸動力（電力）または電流は S_3 となって定格値SHに対して余裕がある。また、運転速度 N_{MAX} は通常、電源が50Hz地区の場合には50Hz、60Hz地区の場合には60Hzとしているが、インバータINVとしては運転速度 N_{MAX} を上げることが可能である。従って、モータの消費電力（軸動力）または電流が定格値のSHを越えないように運転速度 N_3 を上げると、ポンプの $Q-H$ 性能はA''となる。これにより、変速範囲を広くすることができ、給水能力も Q_3 より Q_3' に改善することができる。

次に、第4図に末端圧力一定制御の例を示す。

第3図と同じ符号のものはそれぞれ同じものを表している。同図に於いて、F、F'、F''はそれぞれ異なる配管、弁などを備える給水系の抵抗曲線、 H_1 、 H_1' 、 H_1'' はそれぞれ異なるポンプの実揚程+所要末端圧力、 H_o 、 H_o' 、 H_o'' は水量を最大流したときの目標圧力である。例えば、計画値が最高速度 N_{MAX} で最大水量 Q_1 のとき、目標圧力 H_o （全揚程として考える）は、実揚程+所要末端圧力 H_1 に配管抵抗 H_F を加えたもので、通常は需要水量の変動に伴いポンプ吐出し側の圧力が、配管抵抗曲線F上に沿って移動するようにポンプの運転速度を制御する。即ち、需要水量が0の場合、運転速度は N_{MIN} 、ポンプの運転点は曲線F上の Q_0 点にあり、ポンプ吐出し圧力は H_1 であり、同様に需要水量が Q_1 の場合には運転速度

N_{MAX} 、運転点は 0_1 、ポンプ吐出し圧力は H_0 となる。

ところで、計画変更などにより給水圧力が高過ぎ、目標圧力を H_0 より H_0' に下げ、実揚程+所要末端圧力 H_1 を H_1' に、配管抵抗を F から F' に変更した場合を考えると、給水能力としては Q_1' の性能があり、電流または軸動力（電力）が S_2 と定格値の SH を越え、オーバーロードとなる。そこで、ポンプの吐出し圧力は曲線 F' に沿いつつ、軸動力または電流が定格値の SH を越えないように、運転速度を N_2 以下で制御するようにする。

第5図～第7図は第1図に示す制御装置により運転した場合の手順を示すフローチャートである。次に、詳細な動作を説明するが、本発明に無関係な部分は説明を省く。今、各スイッチDIP1～DIP4は計画値通りに設定されており、配線用しゃ断器MCB、スイッチSSを投入すると、運転準備が整い、マイコンMCONは初期値の設定を行い、第5図に於ける101ステップで、前記した角種目標値を設定するスイッチ群8のDIP1～DIP4の値を順次入力ポートPIO-4～PIO-7から読み込み、メモリRAMの必要な番地に格納する（第6図、第7図参照）。特に、モータの定格電流または定格軸動力（電力）はスイッチDIP4に設定してあるが、これを第6図に示すように入出力ポートPIO-7から読み込み、例えば第7図に示すようにメモリ8003番地に格納しておく。次に、102ステップで圧力センサー6の検出した給水管4内圧力をインターフェースI/O-3を介して、入出力ポートPIO-3より読み込み、図示していないがメモリRAMのある番地に格納する。103ステップでは電流計A（または電力計）にて測定した値をインターフェースI/O-2を介して、入出力ポートPIO-2より読み込み、図示しないメモリRAMに格納する。そして、次の104ステップで、測定した電流（または電力）と予めメモリに格納してある定格電流（または定格電力） SH と比較する。この結果、定格値より測定値が小さければ105ステップに進むこととなるが、定格値に達した場合には110ステップへ進み、この110ステップでは、速度制御せず、この後、102ステップへ戻り、これ以降の処理を繰り返し実行する。

また、105ステップでは検出した圧力 H と目標圧力 H_0 とを比較し、この結果、目標圧力 H_0 より検出した圧力 H の方が小さければ106ステップで増速処理を行い、例えば、吐出し圧力一定制御の場合には次の107ステップを飛ばし、また、末端圧力一定制御の場合には次の107ステップで第4図より遡止まる更新した運転速度に対応する目標圧力を更新し、逆に目標圧力 H_0 より検出した圧力 H の方が大きければ108ステップで、減速処理を行い、吐出し圧力一定制御の場合には次の109ステップを飛ばし、また、末端圧力一定制御の場合には同様に次ぎの109ステップで目標圧力を更新し、両者が等しい場合にはその状態を維持し、これらの処理の後には102ステップへ戻り、前述同様の処理を続ける。

このように実施例に於いては、105ステップ以下のポ

ンプの可変速運転操作に優先して、104ステップ以下の可変速運転範囲の制限操作が行われる。

なお、実施例に於いては、マイクロコンピュータによるプログラム制御により給水装置の制御装置を構成したが、これは従来よりのアナログ的手法によっても実施できるものである。また、実施例に於いては一台のポンプを可変速運転するものについて説明したが、本発明はこれに定速運転を行うポンプを追加してゆくことも、もちろん可能であり、この場合は可変速側のポンプが予め定めた高回転域あるいは低回転域に達したとき、定則側のポンプの追加始動あるいは停止を行うものである。

さらに実施例に於いては、ポンプの負荷状態を、これを駆動するモータの負荷電流あるいは消費電力を測定することにより間接的に検出したが、これは、例えば給水系に流量検出器などか備えられている場合は、この検出流量と吐出し圧力などの関係により直接的に求めるような負荷状態検出手段を構成することもできる。

以上、説明したように、実施例に於いてはポンプ運転時に負荷側の負荷状態、つまりモータの負荷電流あるいは消費電力を検出し、これが定格値を越えないようにポンプの最高速度を制限し、この範囲内で速度制御を行うので、ポンプの目標圧力など給水系が所望する値を比較的自由に変えることができる効果がある。また、ポンプの最高速度を固定する必要がなく、例えば負荷電流が定格値を超えないように運転速度を上げていけば良いので、使い勝手の良い給水装置を得ることができる。さらに、定格値以上に負荷電流を流さないで、モータに負荷電流を給電するインバータのトリップや破損を防止することができる。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、ポンプの負荷状態を検出する負荷状態検出手段と、ポンプの負荷状態の定格値を設定する定格値設定器と、負荷状態検出手段の検出値と定格値設定器で設定された定格値との大小を比較し、該検出値が定格値設定器の定格値以内となるよう前記可変速制御手段の可変速運転に優先してポンプの最高速度を制限する可変速運転制御手段とを備えて構成した給水装置を提供するものである。

従って、本発明によれば、計画時の圧力目標値が高過ぎることによって装置の据付けの段階でその圧力目標値を下げた場合、可変速運転制御手段が定格値を越えないようポンプの最高速度を制限するので、ポンプの過負荷運転を防止することができ、逆に圧力目標値が低過ぎることによって装置据付けの段階でその値を上げた場合であっても、最高速度を過負荷運転とならない範囲で上げ、給水量をその分だけ確実に増加させ、水量不足を補うことができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

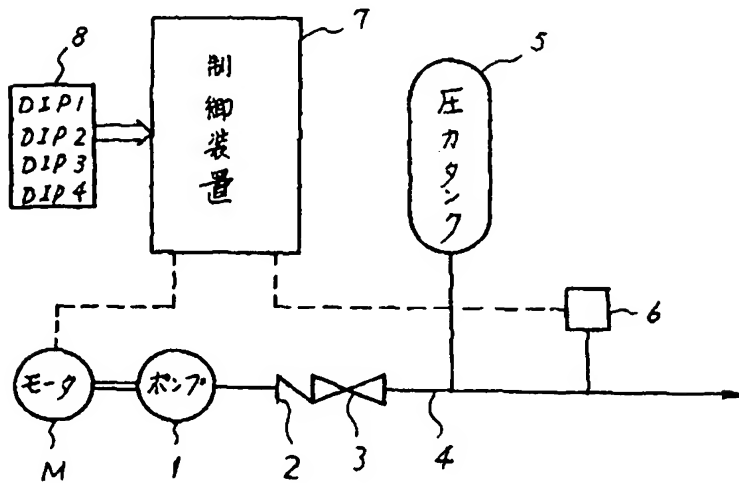
第1図は本発明の一つの実施例の給水装置の制御装置の制御回路を示す図、第2図は同実施例の給水装置の構成

を示す図、第3図はポンプの吐出し圧力一定制御方式の運転特性図、第4図は歯ポンプの末端圧力一定制御方式の運転特性図、第5図及び第6図は第1図に示す制御装置を運転する手順を示すフローチャート、第7図はスイッチによって設定したメモリ内の各種データの格納状態を示す図である。

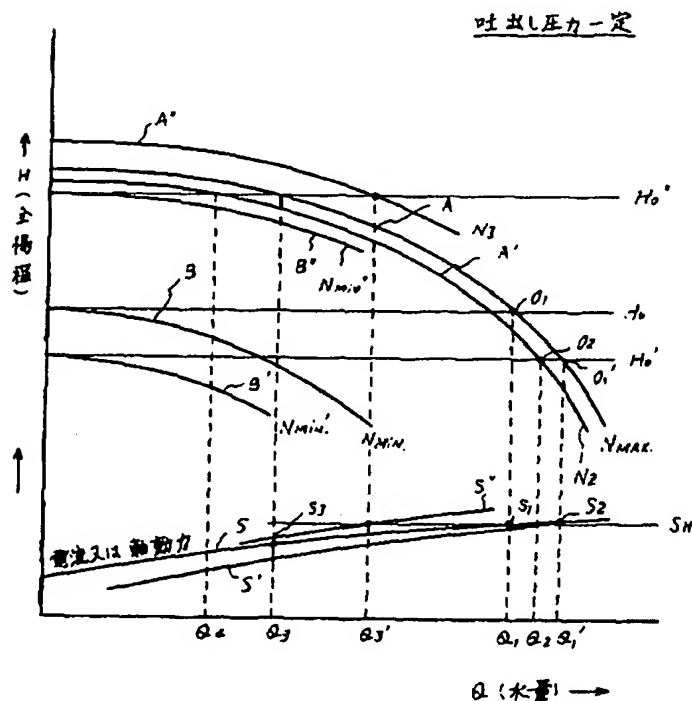
M……モータ、1……ポンプ、4……給水管、5……圧

カタンク、6……圧力検出器、7……制御盤、8……設定器群、INV……インバータ、I/O-1～I/O-3……インターフェース、DIP1～DIP4……定格電流などを設定する設定器、MCON……マイクロコンピュータ、PIO-1～PIO-7……入出力ポート、CPU……中央演算処理装置、M E……メモリ。

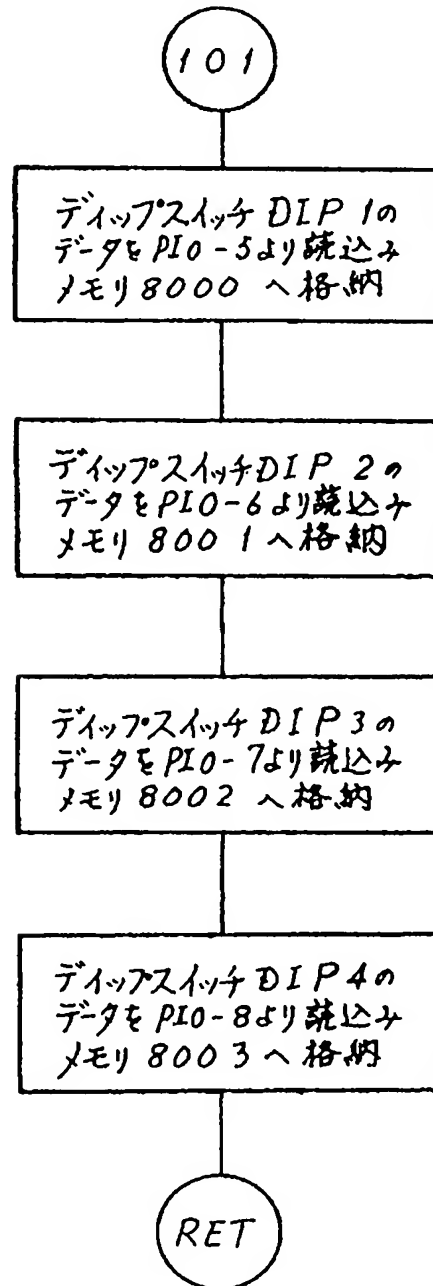
【第2図】



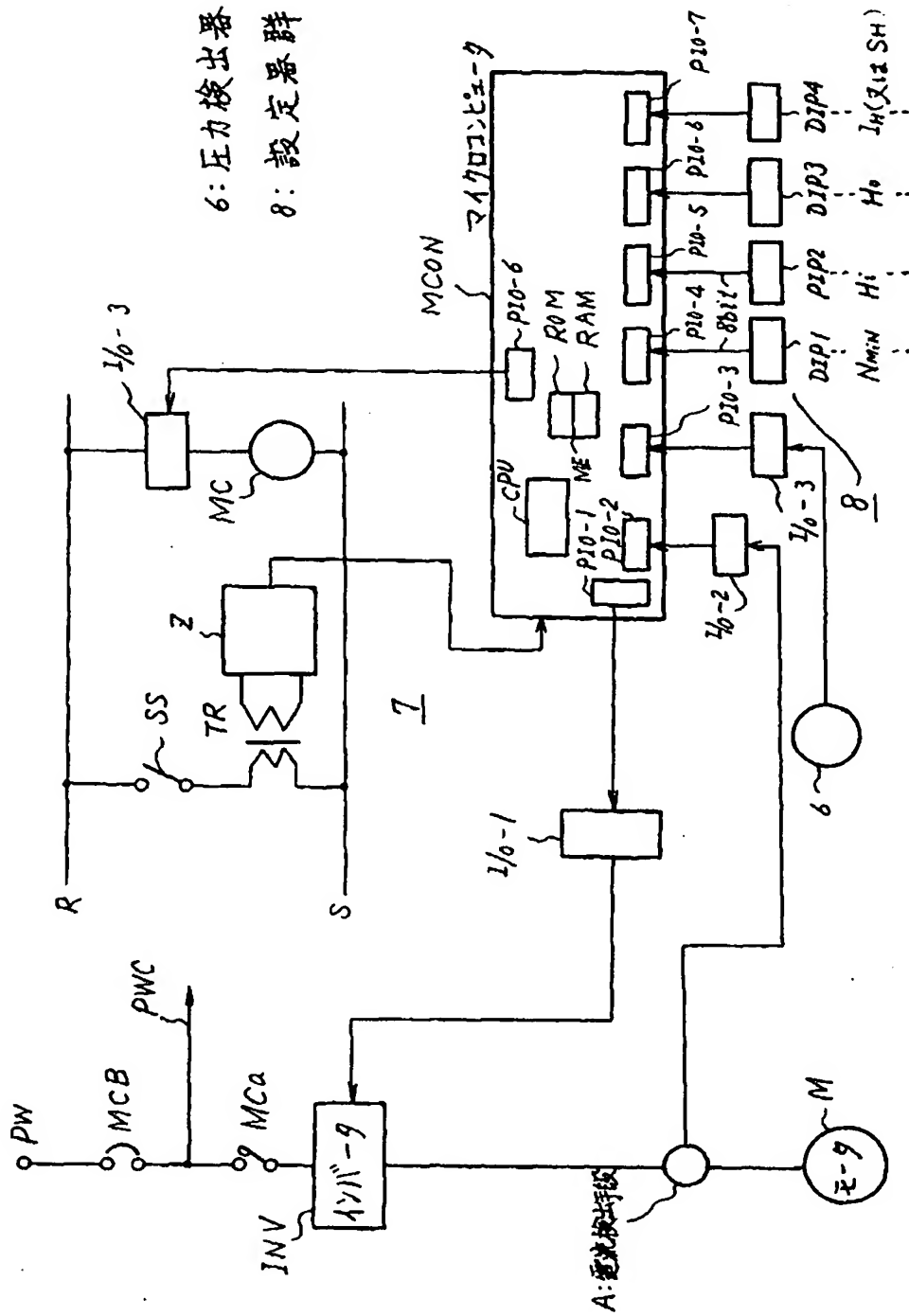
【第3図】



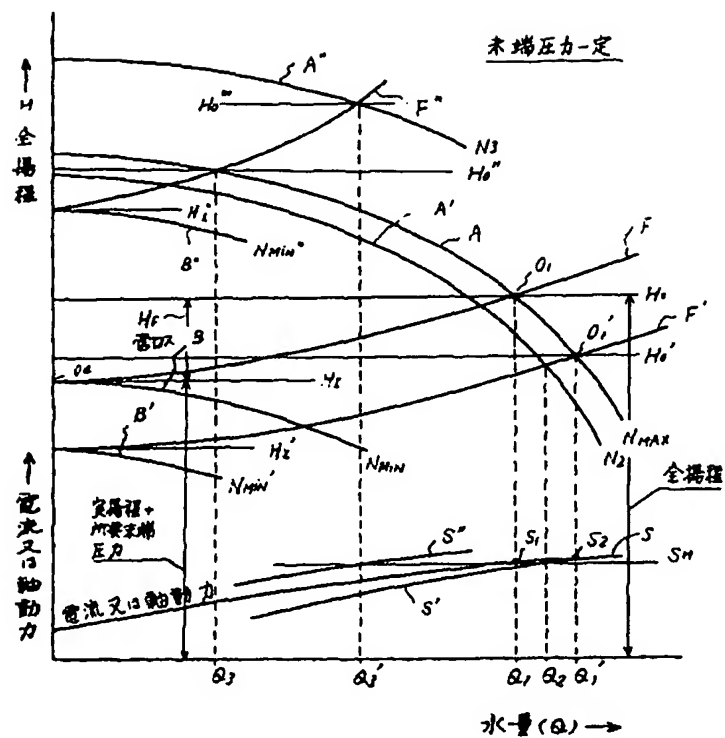
【第6図】



6: 压力検査器
8: 設定器群



【第4図】



【第7図】

メモリ (RAM)

8000	DIP1 (N_{MIN})
8001	DIP2 (H_i)
8002	DIP3 (H_o)
8003	DIP4 (I_H 又は S_H)
...	...

【第5図】

